J-043B

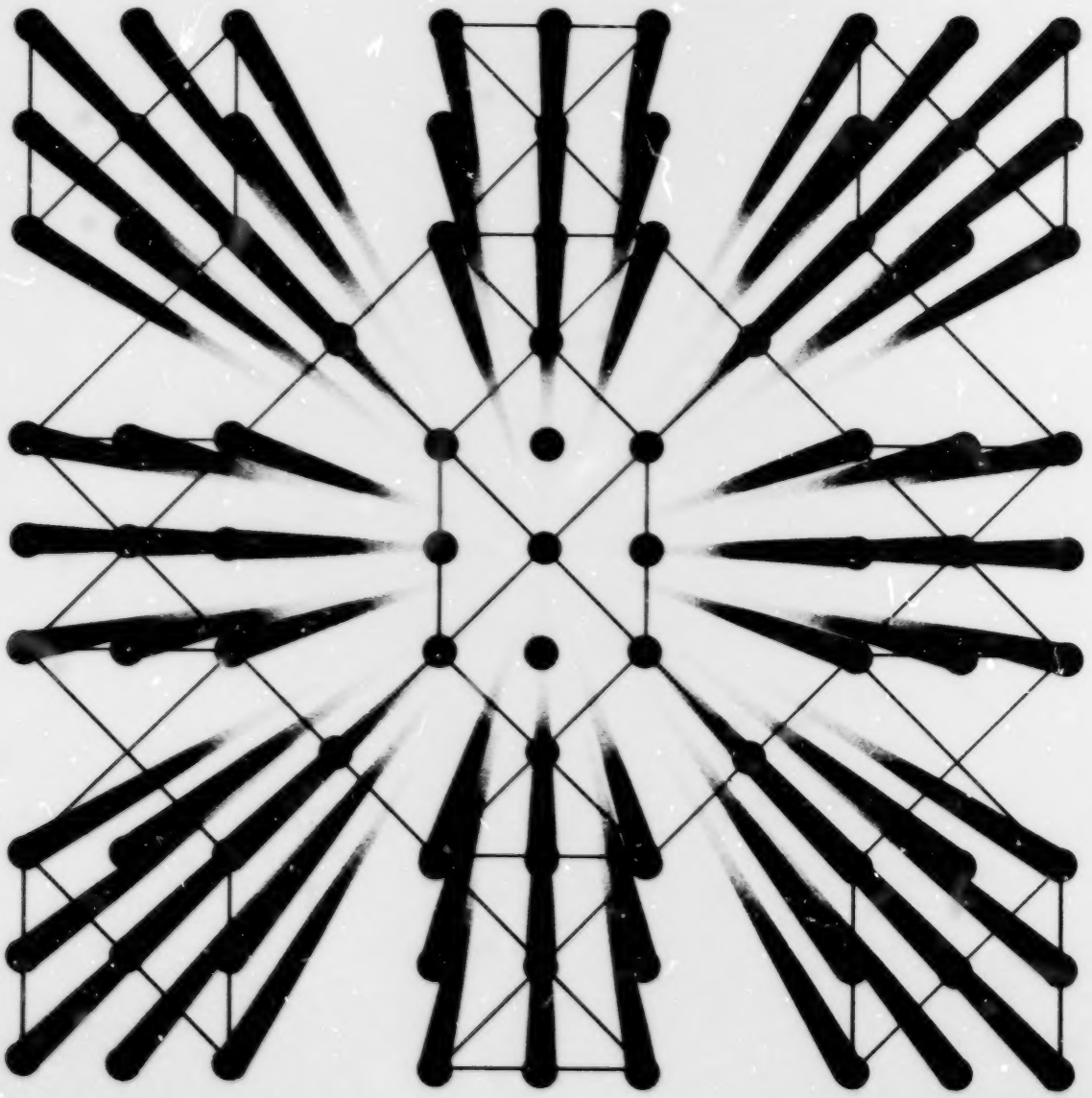
J-043B
c.2.

Canada
Science and Technology Statistics Division

Statistique Canada
Division de la statistique des sciences et de la technologie

Indicators of Science and Technology in Canada

Indicateurs de l'activité scientifique et technologique au Canada



Canada

85-0873/

T-0436
C.2

FOREWORD

The Science and Technology Statistics Division is pleased to be able to use the occasion of this Conference to introduce its S&T Indicators program to so many potential users.

S&T indicators are statistics which measure quantifiable aspects of the creation, dissemination and application of science and technology. As indicators, they should help to describe:

- the S&T system in order to better understand its structure, behaviour and influencers;
- the impact of policies and programs on the S&T system; and
- the impact of S&T on society and the economy.

Areas currently under investigation include:

- research and experimental development;
- S&T personnel;
- trade and technology.

This summary report presents illustrative statistics from these areas.

More information on these fields and their associated statistics is contained in the report, **Canadian Science Indicators, 1983** (Statistics Canada Catalogue 88-201).

Research and Experimental Development

Defined internationally, research and experimental development (R&D) comprises "creative work undertaken on a systematic basis in order to increase the stock of knowledge, including knowledge of man, culture and society, and the use of this knowledge to devise new applications". OECD, "Frascati Manual".

AVANT-PROPOS

La Division de la statistique des sciences et de la technologie est heureuse de pouvoir profiter de cette conférence pour présenter son programme d'indicateurs de l'activité scientifique et technologique (S-T) à un si grand nombre d'utilisateurs potentiels.

Les indicateurs de l'activité S-T sont des statistiques qui mesurent les aspects quantifiables de la création, de la diffusion et de l'application des sciences et de la technologie. En tant qu'indicateurs, ces statistiques devraient aider les utilisateurs:

- à mieux comprendre la structure et le fonctionnement de l'appareil scientifique et technologique ainsi que les facteurs qui l'influencent;
- à déterminer l'incidence des politiques et des programmes sur l'appareil scientifique et technologique; et
- à déterminer l'incidence des sciences et de la technologie sur la société et l'économie.

Les secteurs actuellement à l'étude comprennent entre autres:

- la recherche et le développement expérimental;
- le personnel scientifique et technologique; et
- le commerce et la technologie.

Le présent rapport sommaire fournit des statistiques explicatives reliées à ces secteurs.

La publication intitulée **Indicateurs de l'activité scientifique au Canada, 1983** (n^{o} 88-201 au catalogue de Statistique Canada) renferme des renseignements plus détaillés sur ces domaines et les statistiques qui s'y rapportent.

Recherche et développement expérimental

Selon la définition internationale, la recherche et le développement expérimental (R-D) englobent "les travaux de création entrepris de façon systématique en vue d'accroître la somme des connaissances, y compris la connaissance de l'homme, de la culture et de la société, ainsi que l'utilisation de cette somme de connaissances pour de nouvelles applications". (Manuel Frascati, OCDE.)

R&D leads to new and improved products, or to better ways of making existing products. It can lead to the creation of new industries and the destruction of old ones. Some industries are totally dependent upon R&D, while others compete mainly on the basis of other factors, such as natural resources or personal service. In general, however, one can say that R&D, effectively exploited in successful innovations, is crucial to the survival and/or growth of the modern firm, industry and economy.

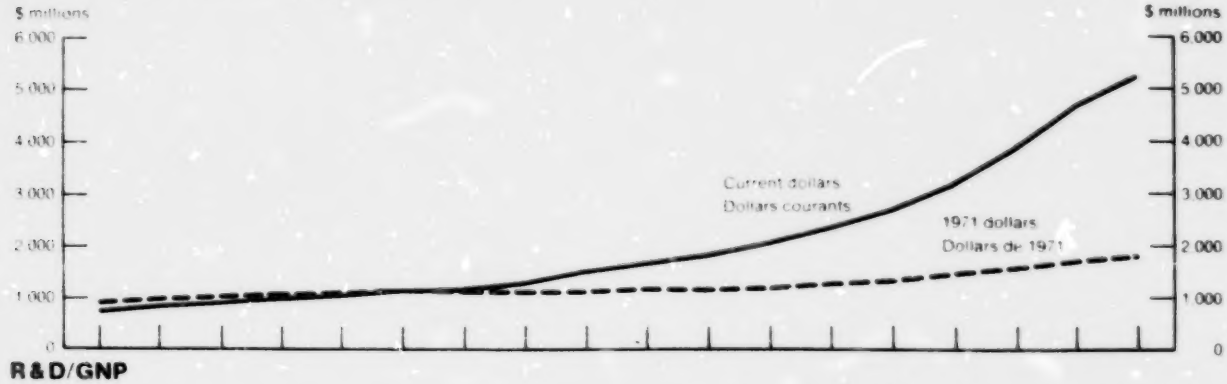
La R-D mène à la création de produits nouveaux ou améliorés, ou à la mise au point de nouvelles façons de fabriquer des produits existants. Elle peut faire naître des industries et en faire mourir d'autres. Certaines industries dépendent totalement de la R-D, alors que d'autres sont fondées surtout sur des facteurs tels les ressources naturelles ou le service personnel. Cependant, on peut dire de façon générale que, lorsqu'elle est exploitée efficacement pour mener à des innovations réussies, la R-D est essentielle à la survie et à la croissance de l'entreprise, de l'industrie et de l'économie d'aujourd'hui.

Canadian performers have forecast that they will spend a total of about $5.2 billion on R&D in 1983. This represents 1.3% or 1.4% of the GNP. This forecast may be compared to the federal science policy target that R&D in the natural sciences and engineering reach 1.5% of GNP by 1985.

Les exécutants canadiens prévoient de dépenser au total environ $5.2 milliards au titre de la R-D en 1983, ce qui représente 1.3% ou 1.4% du PNB. On peut comparer ces prévisions à l'objectif de la politique scientifique fédérale, suivant laquelle les dépenses au titre de la R-D dans les domaines des sciences naturelles et du génie devraient atteindre 1.5% du PNB d'ici 1985.

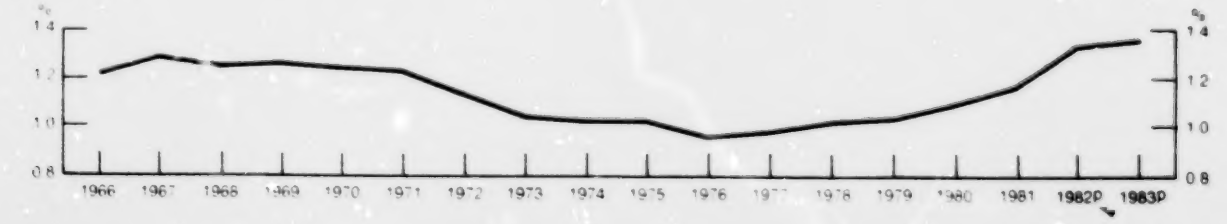
Total Expenditures on R & D in Canada

Dépenses totales au titre de la R-D au Canada



R & D/GNP

R-D/PNB



About 55% of the R&D will be carried out by the Business Enterprise sector, which will pay for most of the work itself. Other major sectors of performance of R&D are the Federal Government and Higher Education. The matrix below shows the distribution of R&D expenditures in 1981 by sectors of performance and sectors of funding.

Environ 55% de la R-D sera exécutée par le secteur des entreprises commerciales, qui assumera lui-même la majeure partie des frais. L'administration fédérale et l'enseignement supérieur sont également deux importants secteurs d'exécution de la R-D. La matrice ci-dessous donne la répartition des dépenses au titre de la R-D en 1981, selon les secteurs d'exécution et de financement.

TABLE 1. Total Expenditures on R&D in Canada, 1981

TABLEAU 1. Dépenses totales au titre de la R-D au Canada, 1981

Funders - Secteurs de financement	Performers - Secteurs d'exécution					Total
	Federal government Administration fédérale	Provincial governments Administrations provinciales	Business enterprise Entreprises commerciales	Higher education Enseignement supérieur	Private non-profit Organisme privé sans but lucratif	
	millions of dollars - millions de dollars					
Federal government - Administration fédérale	865	1	179	322	1	1,368
Provincial governments - Administrations provinciales	-	124	37	94	8	263
Business enterprise - Entreprises commerciales	-	11	1,652	3	1	1,667
Higher education - Enseignement supérieur	-	-	-	344	-	344
Private non-profit - Organisme privé sans but lucratif	-	-	-	56	20	76
Foreign - Étranger	-	1	136	9	-	146
Total	**865**	**137**	**2,004**	**828**	**30**	**3,864**

Note: The provincial research councils and foundations are included in the provincial government sector.
Nota: Les fondations et conseils provinciaux de recherches sont compris dans le secteur des administrations provinciales.

Table 2 shows both the major performing industries in the Business Enterprise sector and the sources of funds for the R&D performed in 1981.

Le tableau 2 présente les principales branches d'activité exécutantes de R-D dans le secteur des entreprises commerciales ainsi que les sources de financement pour la R-D exécutée en 1981.

TABLE 2. Expenditures on R&D Performed in the Business Enterprise Sector, by Industry of Performance and Source of Funds, 1981

TABLEAU 2. Dépenses au titre de la R-D exécutée dans le secteur des entreprises commerciales, selon la branche d'activité exécutante et la source de financement, 1981

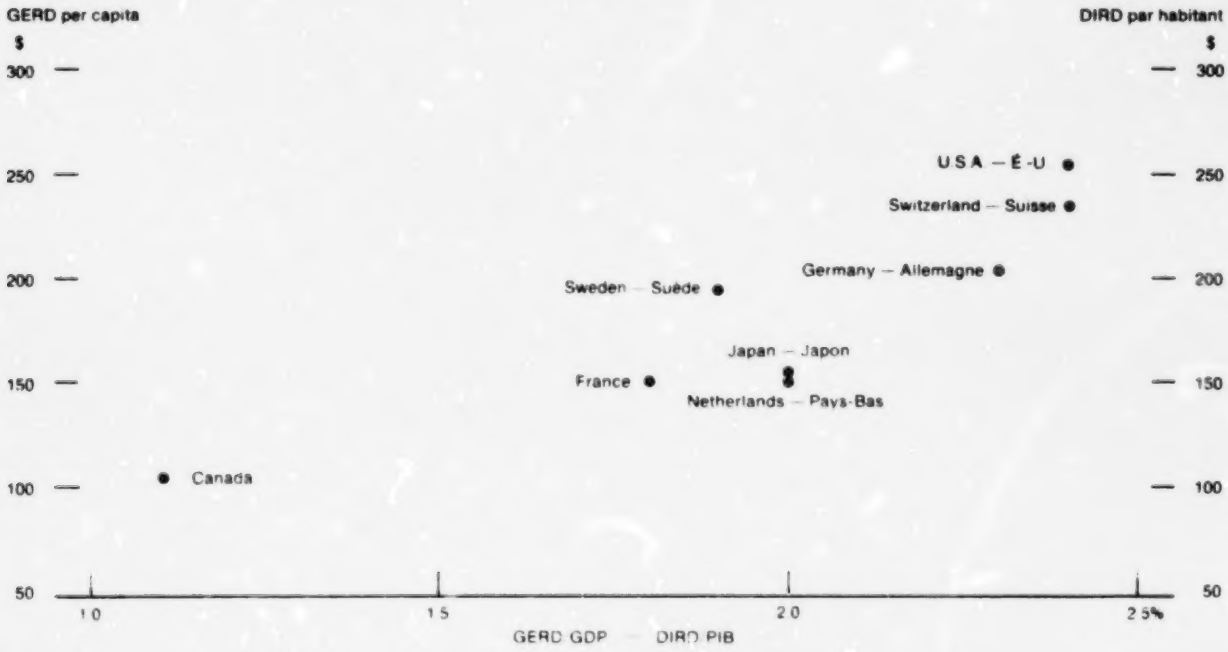
Industry - Branche d'activité	Performing company Société exécutante	Governments Administrations publiques	Other Canadian Autre source canadienne	Foreign Source étrangère	Total
	millions of dollars - millions de dollars				
Mines and primary metals - Mines et métaux semi-transformés	128	4	3	8	143
Gas and oil wells, petroleum products - Puits de gaz et de pétrole, dérivés du pétrole	271	22	42	31	367
Food, beverages and tobacco - Aliments, boissons et tabac	46	4	2	-	53
Wood based - Industries du bois	45	11	22	2	80
Business machines - Machines de bureau	20	4	1	31	55
Other machinery - Autres machines	63	7	-	2	73
Aircraft and parts - Avions et pièces	185	50	-	12	247
Other transport equipment - Autre matériel de transport	44	4	-	-	49
Communications equipment - Matériel de communication	251	42	48	25	365
Other electrical products - Autres produits électriques	71	10	1	4	86
Drugs and medicines - Drogues et médicaments	41	4	-	8	51
Other chemical products - Autres produits chimiques	91	8	2	1	102
Other manufacturing - Autres industries manufacturières	70	12	4	4	90
Electric power utilities - Industrie de l'énergie électrique	84	3	4	1	92
Other services - Autres services	92	31	21	7	151
Total	**1,502**	**216**	**150**	**136**	**2,004**

Compared to other industrialized countries, Canada's R&D activity seems low. This is illustrated in the chart below.

Comme on peut le voir dans le graphique ci-dessous, la R-D semble faible au Canada comparativement à d'autres pays industrialisés.

GERD Compared to GDP and Population in Selected OECD Countries, 1979

La DIRD par rapport au PIB et à la population de certains pays de l'OCDE, 1979



However, in making these comparisons, several factors should be considered:

- Canada's spending on defence R&D is lower than that of many countries;
- many Canadian firms are subsidiaries of foreign parents who carry out R&D on behalf of the entire enterprise; and
- the results of much research are freely available to all through research publications and scientific exchanges.

Toutefois, lorsqu'on fait de telles comparaisons, il faut tenir compte de plusieurs facteurs:

- les dépenses du Canada au titre de la R-D dans le domaine de la défense sont inférieures à celles de bien des pays;
- de nombreuses sociétés canadiennes sont des succursales de sociétés étrangères qui exécutent elles-mêmes la R-D pour toute l'entreprise; et
- les résultats de beaucoup de travaux de recherche sont accessibles à tous par l'intermédiaire de publications ou d'échanges scientifiques.

R&D and other S&T activities are carried out by people educated as scientists, engineers and technologists. Hence we should be interested in information on the stock and supply of persons in these occupations. **Canadian Science Indicators, 1983** contains four chapters of indicators on S&T personnel - a selection from these is presented in the next section.

La R-D et les autres activités S-T sont effectuées par des gens ayant une formation de scientifiques, d'ingénieurs et de technologues. Les renseignements concernant le nombre de personnes qui exercent ou exerceront ces professions devraient donc présenter pour nous un intérêt particulier. La publication **Indicateurs de l'activité scientifique au Canada, 1983** comprend quatre chapitres sur les indicateurs relatifs au personnel S-T, dont certains sont présentés dans la section suivante.

Scientists, Engineers and Technologists

Information available on scientists, engineers and technologists (SET) currently active is provided by the Census of Population. The latest data are for 1981. As expected, employment in the SET occupations increased faster than the total labour force: SET grew 76% from 1971 to 1981 and the labour force grew only 37%.

Scientifiques, ingénieurs et technologues

Les renseignements disponibles concernant les personnes qui exercent actuellement les professions de scientifique, d'ingénieur ou de technologue (SIT) proviennent du recensement de la population. Les plus récentes données portent sur l'année 1981. Comme on s'y attendait, le groupe SIT s'est accru plus rapidement que l'ensemble de la population active: entre 1971 et 1981, le groupe SIT a augmenté de 76% et la population active n'a progressé que de 37%.

TABLE 3. Employment of Scientists, Engineers and Technologists, by Major Occupation, 1971 and 1981

TABLEAU 3. Emploi des scientifiques, ingénieurs et technologues, selon la profession, 1971 et 1981

Occupation - Profession	1971	1981	Increase 1981/1971 Augmentation 1981/1971
	thousands milliers		per cent pourcentage
Physical sciences - Travailleurs spécialisés dans les sciences physiques	32.8	38.7	18
Life sciences - Travailleurs spécialisés dans les sciences biologiques et agronomiques	18.5	26.6	44
Architects and engineers - Architectes et ingénieurs	79.2	139.6	76
Occupations related to architecture and engineering - Autres travailleurs en architecture et en génie	69.8	117.0	68
Mathematicians and related - Travailleurs spécialisés dans les mathématiques et les domaines connexes	25.7	65.9	156
University teachers and related - Professeurs d'université et personnel assimilé	25.3	41.5	64
Community college teachers - Professeurs des collèges communautaires	8.8	28.3	222
Total	**260.1**	**457.6**	**76**

In the past, many of these SET came from other countries. A study of university graduates reported in the 1971 Census showed that one quarter of degree holders were born elsewhere. The proportion was generally higher for those in the natural sciences (e.g., botany 47%, physics 40%) and for those with higher degrees (21% of those with bachelor's and first professional degrees, 28% of those with master's degrees and 51% of those with doctorates were immigrants). However, most SET come from the Canadian educational system.

Dans le passé, un grand nombre des SIT venaient d'autres pays. Selon une étude portant sur les diplômés d'université identifiés lors du recensement de 1971, le quart des titulaires de grades étaient nés à l'étranger. La proportion était généralement plus forte dans les sciences naturelles (par ex., 47% en botanique et 40% en physique) et semblait s'accroître avec le niveau (21% des titulaires de baccalauréats et premiers grades professionnels, 28% des titulaires de maîtrises et 51% des titulaires de doctorats étaient des immigrants). Cependant, la plupart des SIT sont issus du système scolaire canadien.

During the 1960's, 375,000 bachelor's and first professional degrees were awarded. This figure doubled to almost 800,000 in the following decade, with one out of four graduates specializing in the Natural Sciences and Engineering (NSE) fields. During the same periods, 45,100 and 113,000 master's degrees were awarded. However, master's degrees in the NSE now represent only 22% of the total, compared to 32% in 1970.

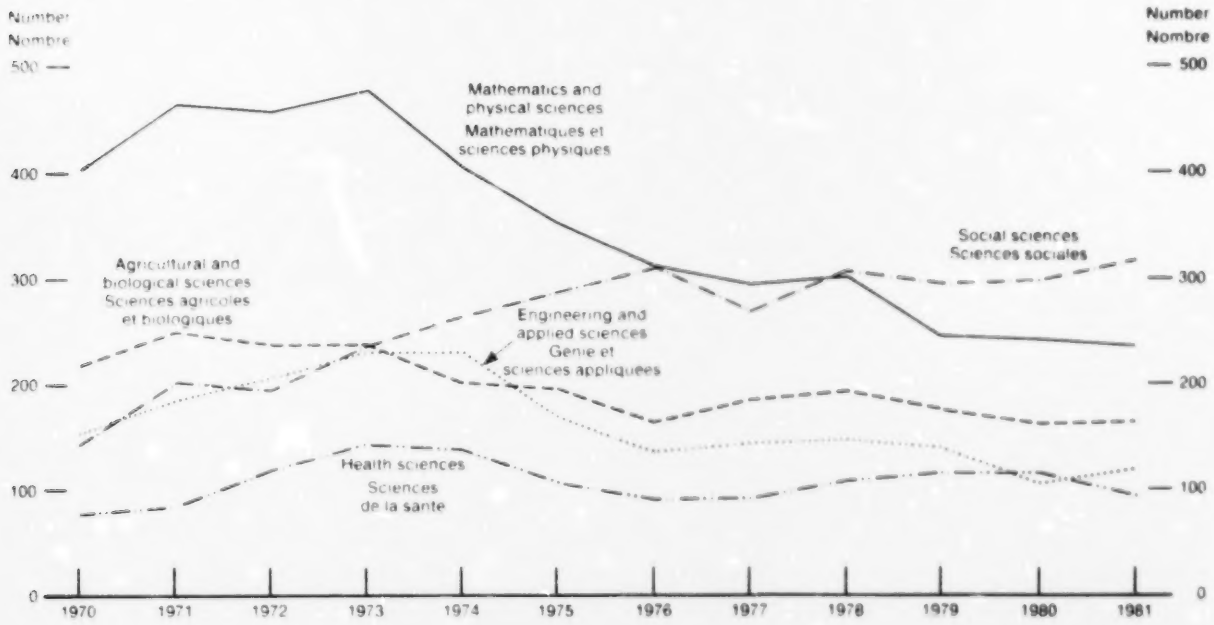
Au cours des années soixante, on a décerné 375,000 baccalauréats et premiers grades professionnels. Ce chiffre a doublé durant la décennie suivante, atteignant presque 800,000 diplômés, dont un sur quatre était spécialisé en sciences naturelles ou en génie. Pendant les mêmes périodes, 45,100 et 113,000 maîtrises ont été décernées respectivement. Toutefois, les maîtrises en sciences naturelles et en génie ne représentent plus que 22% du nombre total, comparativement à 32% en 1970.

The 1981 Census identified 56,000 doctoral degree holders in Canada. During the 1960's, Canadian universities granted 7,100 doctorates; they awarded 17,800 during the 1970's. However, an increasing number of the doctoral students are foreigners who must return to their own countries after graduation. For example, 55% of the full-time doctoral students in engineering are foreigners, as are 38% of the students in mathematics and physical sciences. Furthermore, although more doctorates were granted in recent years, only 49% were in the NSE fields in 1981, compared to 71% in 1970.

Lors du recensement de 1981, on a identifié 56,000 titulaires de doctorats au Canada. Les universités canadiennes ont décerné 7,100 doctorats durant les années soixante et 17,800 durant la décennie suivante. Cependant, un nombre croissant d'étudiants au niveau du doctorat sont des étrangers qui doivent retourner dans leur pays d'origine après avoir reçu leur diplôme. Par exemple, 55% des étudiants à plein temps du troisième cycle en génie sont des étrangers, comme c'est le cas pour 38% des étudiants en mathématiques et en sciences physiques. Par ailleurs, même si les universités ont décerné un plus grand nombre de doctorats au cours des dernières années, seulement 49% de ceux-ci étaient en sciences naturelles et en génie, contre 71% en 1970.

Canadian Recipients of Doctoral Degrees, by Field of Study, 1970-1981

Canadiens titulaires de doctorats, selon le domaine d'études, 1970-1981



As a result of enrolment trends and financial constraints, teaching staffs have not grown much in the last decade. There are now about 33,000 full-time university teachers in Canada. As a result of the lack

L'évolution du volume des inscriptions et les restrictions financières ont limité la croissance du nombre d'enseignants pendant la dernière décennie. Le Canada compte actuellement environ 33,000 professeurs d'université à plein temps.

of recent entries, the population of university teachers is aging; in 1970 the median age of all full-time university teachers was 37 and in 1980 it was 42.

Comme il n'y a pas assez de nouveaux venus dans la profession, la population des professeurs d'université vieillit: en 1970, l'âge médian des professeurs d'université à plein temps était de 37 ans et, 10 ans plus tard, il était passé à 42 ans. Le tableau ci-dessous indique l'âge médian des professeurs d'université à plein temps dans certains domaines d'enseignement.

TABLE 4. Median Age of Full-time University Teachers, 1970-71, 1975-76 and 1980-81

TABLEAU 4. Âge médian des professeurs d'université à plein temps, 1970-71, 1975-76 et 1980-81

Teaching field - Domaine d'enseignement	1970-71	1975-76	1980-81
	years - ans		
Social sciences - Sciences sociales	34.2	37.1	40.1
Agriculture and biological sciences - Sciences agricoles et biologiques	39.1	40.2	42.2
Engineering and applied sciences - Génie et sciences appliquées	37.2	41.0	44.1
Health sciences - Sciences de la santé	40.0	41.1	43.1
Mathematics and physical sciences - Mathématiques et sciences physiques	36.0	39.0	42.2
All fields - Ensemble des domaines	**37.1**	**39.2**	**42.2**

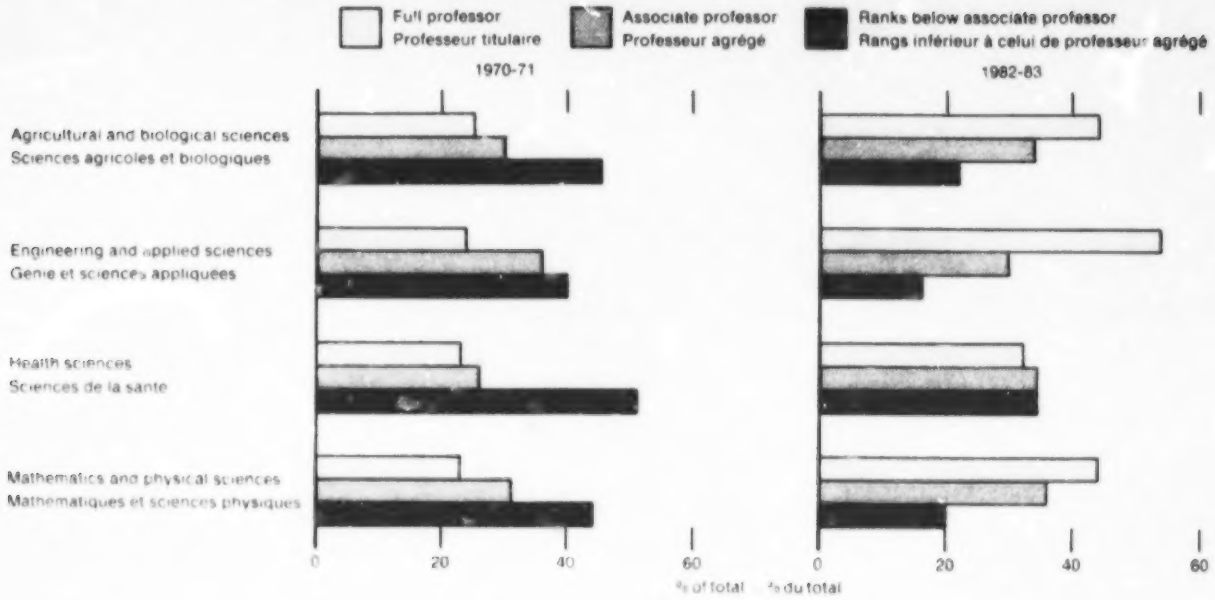
The decline in the number of young people entering the profession would also have an effect on the distribution of academic ranks of the staff. The following chart shows how the rank pyramid has been turned upside-down in the last 12 years, with most full-time university teachers having the ranks of full or associate professor.

La diminution du nombre de nouveaux venus dans la profession a également une incidence sur la répartition du personnel enseignant entre les divers rangs professoraux. Le graphique suivant montre comment cette répartition a pris la forme d'une pyramide renversée au cours des 12 dernières années, étant donné que la plupart des professeurs d'université occupent les rangs de professeur titulaire ou agrégé.

These statistics for the recent past indicate that there is a potential problem for the future supply of scientists and engineers. Not only are fewer Canadian students graduating with doctorates in the NSE but in a few years a large number of university professors will be retiring about the same time.

Ces statistiques des récentes années indiquent que la relève n'est pas assurée dans les professions du groupe SIT. En plus du nombre décroissant d'étudiants canadiens obtenant des doctorats en sciences naturelles et en génie, il ne faut pas oublier que, dans quelques années, un grand nombre de professeurs d'université prendront leur retraite en même temps.

Academic Rank Distribution of Full-time University Teachers
Répartition,par rang professoral, des professeurs d'université à plein temps



International Trade and Technology

Some commodities, such as computers, communications and scientific equipment, trade largely on the basis of their technical quality. Trade in others, such as iron ore and bananas, is largely determined by location. However, all trade is affected by exchange rates and controls, formal and informal restrictions, political considerations, transportation costs and price.

Canada normally has a small positive balance of trade. However, this is due to exports of agricultural products and resource-related commodities. For those commodities which we might identify as "technology intensive" the balance of trade is negative. The balances for commodities which are considered to be the most technologically intensive in their manufacture are shown in the following chart.

The average ratio of exports to imports for the last 15 years is shown in Table 5. The commodities which are included in each group are listed, with additional statistical detail, in Chapter 9 of **Canadian Science Indicators, 1983.**

Commerce international et technologie

Le commerce de certains produits, tels les ordinateurs, le matériel de communication et le matériel scientifique, est basé en grande partie sur leur qualité technique. Le commerce d'autres produits, tels le minerai de fer et les bananes, dépend largement de l'endroit. Cependant, les taux et les contrôles de change, les restrictions officielles et non officielles, les considérations politiques, les frais de transport et les prix sont des facteurs qui influent sur le commerce de tous les produits.

En général, le Canada présente une faible balance commerciale positive, qui est toutefois attribuable aux exportations de produits agricoles et de produits liés aux ressources. Dans la catégorie des produits qu'on peut considérer comme étant de fabrication technologique, on observe une balance commerciale négative. Les balances que présentent les produits de fabrication hautement technologique sont indiquées dans le graphique suivant.

Les ratios moyens exportations-importations pour les 15 dernières années figurent au tableau 5. Les produits inclus dans chaque groupe sont énumérés, avec d'autres détails statistiques, au chapitre 9 de la publication **Indicateurs de l'activité scientifique au Canada, 1983.**

External Trade in High Technology Commodities
Commerce extérieur en produits de fabrication hautement technologique

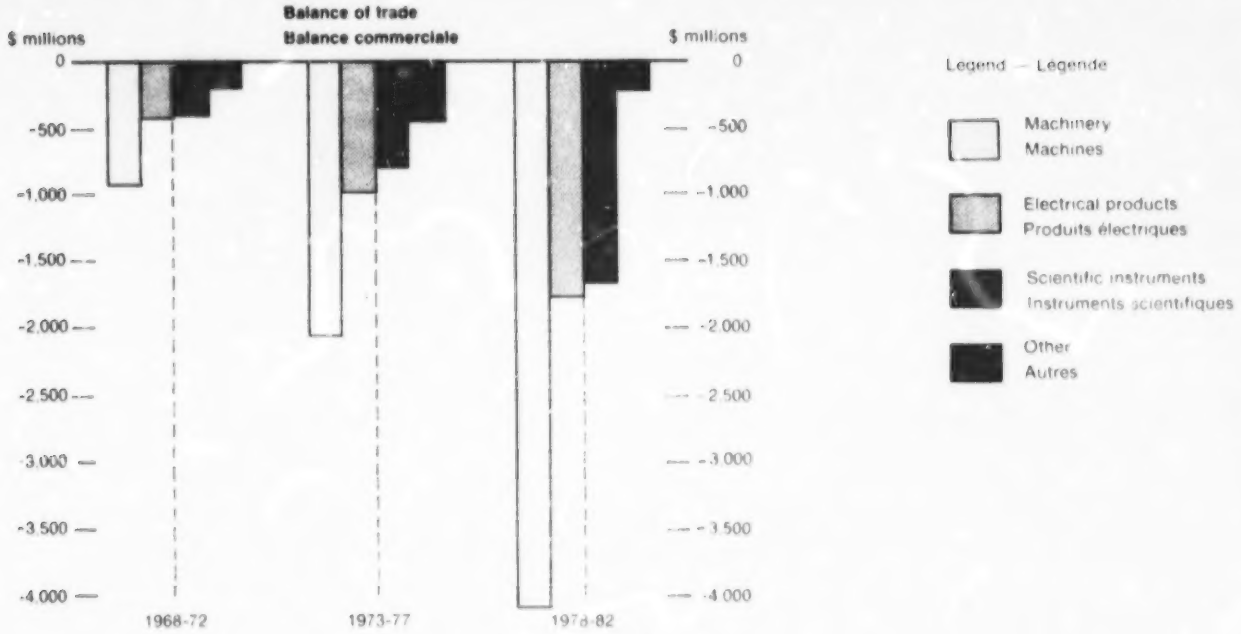


TABLE 5. Ratio of Exports to Imports, Selected Commodity Groups, 1968-1972, 1973-1977 and 1978-1982

TABLEAU 5. Ratios exportations-importations, certains groupes de produits, 1968-1972, 1973-1977 et 1978-1982

Commodity group - Groupe de produits	1968-1972	1973-1977	1978-1982
	per cent exports/imports pourcentage exportations/importations		
Natural resources and raw materials - Ressources naturelles et matières premières	4.6	4.4	3.4
Agricultural products - Produits agricoles	1.4	1.2	1.4
Energy products - Produits énergétiques	1.3	1.4	1.4
Manufactured products - Produits manufacturés:			
Resource related commodities - Produits liés aux ressources	4.3	3.7	3.5
Motor vehicles and parts - Véhicules automobiles et pièces	1.0	0.9	0.9
Low technology commodities - Produits de fabrication faiblement technologique	0.6	0.6	0.7
High technology commodities - Produits de fabrication hautement technologique	0.4	0.4	0.5
Medium technology commodities - Produits de fabrication moyennement technologique	0.3	0.3	0.5

At this time, the indicators associated with trade and industrial technology are being examined by the OECD with a view to their early development as international

L'OCDE examine actuellement les indicateurs relatifs au commerce et à la technologie industrielle en vue d'en faire, le plus tôt possible, des indicateurs internationaux. Jusqu'à présent,

indicators. So far, R&D expenditure is the only indicator which has been defined and standardized for use by all OECD countries. Besides indicators for trade, the OECD is also encouraging the development of patent and balance of payment statistics for use as international indicators. These are also reviewed in **Canadian Science Indicators, 1983.**

la dépense au titre de la R-D est le seul indicateur qui a été défini et normalisé pour être utilisé par tous les pays membres de l'OCDÉ. En plus des indicateurs du commerce, l'OCDÉ favorise la production de statistiques sur les brevets et la balance des paiements, pouvant servir d'indicateurs internationaux. On traite également de ces statistiques dans Indicateurs de l'activité scientifique au Canada, 1983.

ORDER FORM 01317

To: Publication Sales and Services,
Statistics Canada,
Ottawa, Ontario,
K1A 0V7

Treat this as my Purchase Order No. _____

☐ Please send me _____ copy copies of **Canadian Science Indicators, 1983,** Catalogue 88-201, Canada, $8.45, Other Countries, $10.15.

* This publication was previously called **Annual Review of Science Statistics,** Catalogue 13-212. Subscribers to this publication should not order **Canadian Science Indicators, 1983** unless you wish another copy or additional copies.

Payment

☐ My remittance payable to the Receiver General for Canada is enclosed.

☐ Charge to my Statistics Canada or Publishing Centre (Supply and Services Canada) Account No.
_____

☐ Charge to my VISA Account.

☐ Charge to my MASTERCARD Account.

Account No. _____

Expiry Date _____

Name of Card Holder (print)
_____

Issuing Bank _____

Signature _____

Please Ship to:

Organization _____

Department _____

Attention _____

Street _____

City _____ Province _____

Postal Code _____ Telephone _____

BON DE COMMANDE 01317

À: Ventes et distribution de publications
Statistique Canada
Ottawa (Ontario)
K1A 0V7

Ceci est ma commande nº _____

☐ Veuillez me faire parvenir _____ exemplaire(s) de **Indicateurs de l'activité scientifique au Canada, 1983,** nº 88-201 au catalogue, Canada, $8.45, autres pays, $10.15.

* Cette publication s'appelait auparavant **Revue annuelle de la statistique des sciences,** nº 13-212 au catalogue. Les abonnés à cette publication ne doivent pas commander **Indicateurs de l'activité scientifique au Canada, 1983,** sauf s'ils veulent obtenir un ou plusieurs exemplaires additionnels.

Paiement

☐ Ci-joint mon chèque à l'ordre du Receveur général du Canada.

☐ Veuillez porter à mon compte nº _____ de Statistique Canada ou du Centre d'édition du gouvernement du Canada (Approvisionnements et Services Canada).

☐ Veuillez porter à mon compte VISA.

☐ Veuillez porter à mon compte MASTERCARD.

Nº de compte _____

Date d'expiration _____

Nom du titulaire (en lettres moulées, S.V.P.)
_____

Banque émettrice _____

Signature _____

Expédier à:

Organisme _____

Division _____

À l'attention de _____

Rue _____

Ville _____ Province _____

Code postal _____ Téléphone _____

POOR

QUALITY

ORIGINAL